



Universidade de Brasília – Unb

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade – FACE

Departamento de Economia - Eco

O VALOR DAS ETIQUETAS “VERDES” IMOBILIÁRIAS SOB A ÓTICA DA
PRECIFICAÇÃO HEDÔNICA: UMA ANÁLISE DO ESTADO DA ARTE.

ANDRÉ PORTO NETTO

Brasília - DF

2014

ANDRÉ PORTO NETTO

O VALOR DAS ETIQUETAS “VERDES” IMOBILIÁRIAS: UMA REVISÃO
LITERÁRIA DE PRECIFICAÇÃO HEDÔNICA

Monografia apresentada ao
Departamento de Economia da
Universidade de Brasília como
requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Ciências
Econômicas.

Orientador: Marcelo de Oliveira Torres

Brasília - DF

2014

ANDRÉ PORTO NETTO

O VALOR DAS ETIQUETAS “VERDES” IMOBILIÁRIAS: UMA REVISÃO
LITERÁRIA DE PRECIFICAÇÃO HEDÔNICA

Monografia apresentada ao
Departamento de Economia da
Universidade de Brasília como
requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Ciências
Econômicas.

Aprovada em de de 2014.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Torres

Prof. Dr. Moisés de Andrade Resende Filho

Brasília - DF

2014

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à minha mãe, que é a pessoa a quem eu devo toda e qualquer conquista minha, principalmente em termos acadêmicos.

Aos professores dos quais pude desfrutar do conhecimento e atenção.

Ao meu orientador, professor Marcelo Torres que, mesmo não tendo sido meu professor ao longo do curso de graduação, se mostrou receptivo às minhas ideias, me deu liberdade para explorar o tema da forma que mais me interessava e me apoiou ao longo da realização deste trabalho.

Também aos meus amigos de longa data e aos que ganhei ao longo do curso e que estarão ao meu lado pelo resto da vida, pois sem amigos nenhuma vitória é completa.

RESUMO

O presente trabalho é uma revisão bibliográfica e tem como intuito fomentar o debate sobre a adoção de etiquetas ambientais imobiliárias no Brasil, uma vez que este setor já responde por um valor entre 20% e 40% do consumo energético total dos países desenvolvidos. Essas etiquetas surgem nesse cenário com o intuito de diminuir a assimetria de informação entre compradores e vendedores quanto à *performance* energética dos edifícios. A redução de assimetria de informação, por sua vez, adiciona um prêmio aos valores de aluguel e de venda desses imóveis. Os estudos de valoração hedônica relacionados a essa valorização ainda são incipientes, mas já demonstram prêmios no valor de venda que variam de 16% a 29% e prêmios no valor de aluguel que variam de 3% a 7% no mercado norte-americano. Estudos aplicados a outros mercados ao redor do mundo também demonstram prêmios positivos.

Palavras-chave: etiquetas “verdes”, LEED, Energy Star, valoração hedônica, edifícios.

ABSTRACT

This work is a literature review and aims to foster the debate around the adoption of real estate environmental labels in Brazil, since this sector already accounts for between 20% and 40% of the total energy consumption in developed countries. These labels have the purpose to reduce the information asymmetry between buyers and sellers regarding the energy performance of buildings. The reduction of information asymmetry, in turn, adds a price premium to rents and sales of the properties. The hedonic valuation helps to determine how much society is in fact willing to pay for the environmental labels and indirectly for better environmental quality as a whole. Although examples of hedonic pricing applied to real state environmental labeling are still scarce, particularly in Brazil, they already show price premiums in sales ranging from 16% to 29% and premiums rents ranging from 3% to 7% in the US market. Studies applied to other markets around the world also demonstrate positive awards.

Keywords: environmental labels, “green” labels, LEED, Energy Star, hedonic valuation, buildings.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. A PRODUÇÃO E O CONSUMO ENERGÉTICO NO MUNDO E O PAPEL DO SETOR IMOBILIÁRIO.....	5
2.1. Sustentabilidade das fontes de energia.....	8
2.2. O papel do setor imobiliário no consumo energético.....	10
3. O PROBLEMA DA ASSIMETRIA DE INFORMAÇÃO E O PAPEL DAS ETIQUETAS AMBIENTAIS.....	13
3.1. Energy Star.....	15
3.2. LEED.....	16
4. VANTAGENS DOS EDIFÍCIOS “VERDES”.....	17
4.1. Valoração Hedônica.....	18
4.2. Verificação empírica nos Estados Unidos.....	23
4.3. Verificação empírica em outros países.....	29
5. RESULTADOS.....	32
6. CONCLUSÃO.....	33
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

1. INTRODUÇÃO

Desde que o homem começou a utilizar-se de fontes energéticas não-renováveis existe a questão sobre a finitude dessas fontes. Desde então vem-se buscando o incremento da eficiência energética visando à redução do consumo e à sustentabilidade. Além da finitude das fontes, externalidades como as emissões geradas pelo consumo dessa energia também têm sido levadas em consideração.

No setor imobiliário não é diferente. Relata-se, por exemplo, que os edifícios são responsáveis por aproximadamente 40% do consumo de matérias-primas e energia (Royal Institution of Chartered Surveyors, RICS (2005) em Eichholtz, Kok e Quigley (2010)). A indústria da construção – particularmente a construção, operação e demolição de edifícios – é a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente (CIB/CSTB (1997) em Silva, Silva e Agopyan (2001)).

Edifícios verdes e estratégias de crescimento inteligentes são a chave para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no futuro (Brown e Southworth, 2006). Cerca de 43% das emissões de dióxido de carbono nos Estados Unidos resultam dos serviços de energia exigidos por edifícios residenciais, comerciais e industriais, enquanto o transporte responde por 32% e a indústria é responsável por 25% (Brown *et al.* (2005) em Brown e Southworth (2006)).

As etiquetas de performance energética surgem nesse cenário como “atestados de eficiência energética”, que munem os compradores com informações plausíveis a respeito da performance energética dos imóveis, uma vez que esses têm livre acesso aos critérios para a obtenção dessas etiquetas. Assim, com a redução da assimetria de informação entre vendedores e compradores, o mercado de imóveis energeticamente eficientes tende a crescer.

Vale salientar que esta visão não é unânime. Newsham, Mancini e Birt (2009), mostram que 28-35% dos edifícios que possuíam a certificação LEED tinham um gasto energético superior aos edifícios convencionais. Esses autores deixam, no entanto, a ressalva de que esses resultados são preliminares e estudos mais aprofundados devem ser feitos antes de qualquer conclusão.

Nesse contexto, esta monografia visa fazer uma revisão bibliográfica dos estudos que mostram a valorização desses imóveis através do método de

valoração hedônica, de forma a fomentar o debate sobre a adoção de etiquetas ambientais no setor imobiliário, em particular no Brasil, já que, como ficará evidente ao longo do trabalho, não há nenhuma literatura deste método aplicado ao caso brasileiro. Uma das razões pelas quais isso pode ter ocorrido, é a dificuldade na obtenção dos dados de valores de aluguéis e de vendas dos imóveis no país, uma vez que não foi encontrada nenhuma base de dados unificada. A criação dessa base de dados possibilitaria estudos semelhantes aplicados ao país e, assim, um maior incentivo à adoção das etiquetas “verdes” uma vez comprovadas as suas vantagens em território nacional, a exemplo dos casos internacionais aqui demonstrados.

Enquanto isso, fatos estilizados apontam para um crescimento expressivo do número de edifícios “verdes” que dobra em média a cada dois anos (FUERST e MCALLISTER (2009)). Mais especificamente, Kok, McGraw e Quigley (2011) analisam a difusão da certificação de eficiência energética pelos prédios corporativos no mercado imobiliário norte-americano. Em algumas áreas metropolitanas dos Estados Unidos a oferta de edifícios comerciais com certificações ambientais mais do que dobrou na última década e, em algumas delas, edifícios corporativos “verdes” somam mais de um quarto do estoque total de edifícios corporativos.

Eles utilizam um painel de 48 áreas metropolitanas (MSAs) observadas de 1995 a 2010. Os dados foram retirados dos arquivos da *Environmental Protection Agency* (EPA) e do *United States Green Building Council* (USGBC) e agregados ao número de edifícios e o volume de edifícios certificados com as etiquetas Energy Star e LEED. As etiquetas Energy Star e LEED são usadas como *proxies* para a difusão de tecnologias energeticamente eficientes nos edifícios. A relação dinâmica entre a difusão de espaços comerciais certificados ao longo do tempo e mercados geográficos é modelada da seguinte forma:

$$Fraction_{it} = \alpha + \beta X_{it-2} + \varepsilon_{it} \text{ (eq. 1)}$$

Onde $Fraction_{it}$ é a fração de imóveis comerciais certificados, X_{it-2} é um vetor de características de rendas nas metrópoles, preços de energia e mercado imobiliário.

A dispersão de etiquetas de eficiência energética pelo tempo e espaço é modelada da seguinte forma:

$$\Delta Fraction_{it} = \alpha + \beta \Delta X_{it-2} + \varepsilon_{it} \text{ (eq. 2)}$$

Para dar conta de uma possível endogeneidade das variáveis independentes, são relatados resultados mais gerais seguindo o procedimento de Arellano-Bond (1991) em Kok, McGraw e Quigley (2011), onde todas as co-variáveis são instrumentadas por seus próprios valores defasados em uma estimativa GMM.

Os resultados mostram que em 2010, cerca de 30% de todos os espaços corporativos comerciais nas 48 maiores áreas metropolitanas já possuíam a etiqueta Energy Star. Cerca de 11% possuíam a etiqueta LEED. Mas há grande variação entre áreas metropolitanas, como em Los Angeles, por exemplo, onde mais da metade dos edifícios corporativos comerciais possuía certificação de eficiência energética. A difusão também ocorreu mais rapidamente em áreas metropolitanas com maiores rendas e naquelas com fundamentos sadios de mercados imobiliários (por exemplo, baixas taxas de vacância e altos valores de propriedades).

Os mesmos autores concluem que um dos fatores que contribui para a adoção das etiquetas “verdes” imobiliárias é a valorização de mercado que esses imóveis sofrem a partir da correção da assimetria de informação entre compradores e vendedores acerca das qualidades energéticas dos imóveis em questão. Alguns estudos têm buscado evidenciar esta valorização através de diversos métodos.

Também relacionado à difusão e adoção de selos verdes, Brounen e Kok (2011) mostram as características e os efeitos em preços de certificações “verdes” na Holanda. Essas certificações, de acordo com diretiva ratificada pelo Parlamento Europeu em dezembro de 2002, devem ser comparáveis, os *Energy Performance Certificates* (EPCs). Em vigor desde 2009, a certificação deve estar incluída nas propagandas de venda ou aluguel de imóveis e devem fazer parte da documentação de venda ou aluguel. A base dessa certificação entre os países membros é a qualidade térmica, medida por fatores como a qualidade do isolamento, instalações de aquecimento, ventilação (natural) e temperatura interna do ar, sistema solar e iluminação embutida. O índice varia de “A++” para habitações de altíssima eficiência energética a “G” para habitações de baixíssima eficiência.

Os dados dos certificados de performance energética foram obtidos da *Agentschap NL*, uma agência do Ministério Holandês de Assuntos Econômicos. Os dados de transações imobiliárias foram obtidos da *Dutch Association of Realtors* (NVM). Para um subconjunto da amostra, foram obtidas as informações sobre as características de bairros do *Central Bureau of Statistics* (CBS). Para a heterogeneidade ideológica dos proprietários, foram utilizados os dados dos votos das eleições nacionais de 2006 e calculado o número de eleitores de partidos "verdes".

Para entender melhor o processo de adoção de certificados de performance energética no mercado imobiliário holandês, foi estimado o seguinte modelo:

$$\text{Pr}(EPC)_i = \alpha + \beta_i X_i + \delta_n L_n + \rho g_c + \sum_{p=1}^p \lambda_p p_p + \varepsilon_i \text{ (eq. 3)}$$

Onde EPC_i é a variável binária com valor um caso a habitação i tenha um certificado de performance energética e zero do contrário. X_i representa um vetor de características de qualidade como tamanho, idade e qualidade do imóvel. L_n é um vetor de variáveis que refletem as características do bairro de cada habitação no grupo n . A fração de votos para partidos "verdes" nas eleições nacionais de 2006 é dada por g_c . Para o controle de efeitos geográficos a *dummy* p_i tem valor um se a habitação for localizada na província e zero do contrário.

Controlando para características hedônicas de habitações residenciais, percebe-se que os compradores estão dispostos a pagar um prêmio pelas casas rotuladas com certificação de maior eficiência energética, ou "verdes". Os resultados mostram que esta diferença de preço varia de acordo com a categoria da etiqueta de certificado de desempenho energético e é robusta a variações de qualidade. O certificado de desempenho energético é fundamental para a criação de transparência no desempenho energético de uma habitação e parece ser um dispositivo de sinalização eficaz que é capitalizado em preços domésticos, salientam os autores.

2. A PRODUÇÃO E O CONSUMO ENERGÉTICO NO MUNDO E O PAPEL DO SETOR IMOBILIÁRIO

A produção e o consumo de energia são as forças motrizes do crescimento e desenvolvimento de qualquer economia e sociedade. Existem diversos estudos que relacionam o crescimento do produto interno e o crescimento do consumo energético. Cleveland *et al.* (1984) afirmam que os retornos decrescentes dos investimentos em combustíveis e os custos crescentes de energia para recursos não-combustíveis têm impacto negativo no crescimento econômico, produtividade, inflação e desenvolvimento tecnológico. Estes pesquisadores fizeram uma análise incorporando uma série de dados de quase cem anos e três anos de dados cross-section de 87 setores da economia dos Estados Unidos. Os resultados indicam que o produto nacional bruto, a produtividade do trabalho e os níveis de preços são todos fortemente correlacionados com vários aspectos do uso de energia, e essas correlações são ainda mais fortes quando feitas correções para a qualidade da energia.

Há pesquisadores que discordam da ideia apresentada, como é o caso do estudo realizado por Berndt (1980), no qual ele afirma que as variações no preço ou na quantidade de energia no período de 1973-77 não tiveram um papel direto significativo na redução da produtividade do trabalho agregada no setor manufatureiro dos Estados Unidos. Os motivos desse baixo nível de influência seriam, primeiramente, que os custos com energia são uma porção muito pequena do custo total e, em segundo lugar, as variações na quantidade de energia foram muito pequenas desde 1973. No entanto, ele ainda afirma que os aumentos de preço de energia podem ter afetado mais fortemente a produtividade do trabalho através de efeitos indiretos como as reduções induzidas pelo preço nas relações capital-trabalho e energia-trabalho.

Stern (1993) acredita que as conclusões obtidas por Berndt (1980) foram fortemente influenciadas por manterem, a priori, suposições de que a energia influencia o crescimento econômico apenas de algumas formas, e diz que essas hipóteses influenciaram a construção da sua investigação empírica. Stern (1993) examina a relação entre energia, capital, trabalho e produto interno bruto na macroeconomia dos Estados Unidos no período de 1947 a 1990 através de um

vetor de auto-regressão (VAR). Os resultados mostram que a energia é um fator limitante de crescimento da economia.

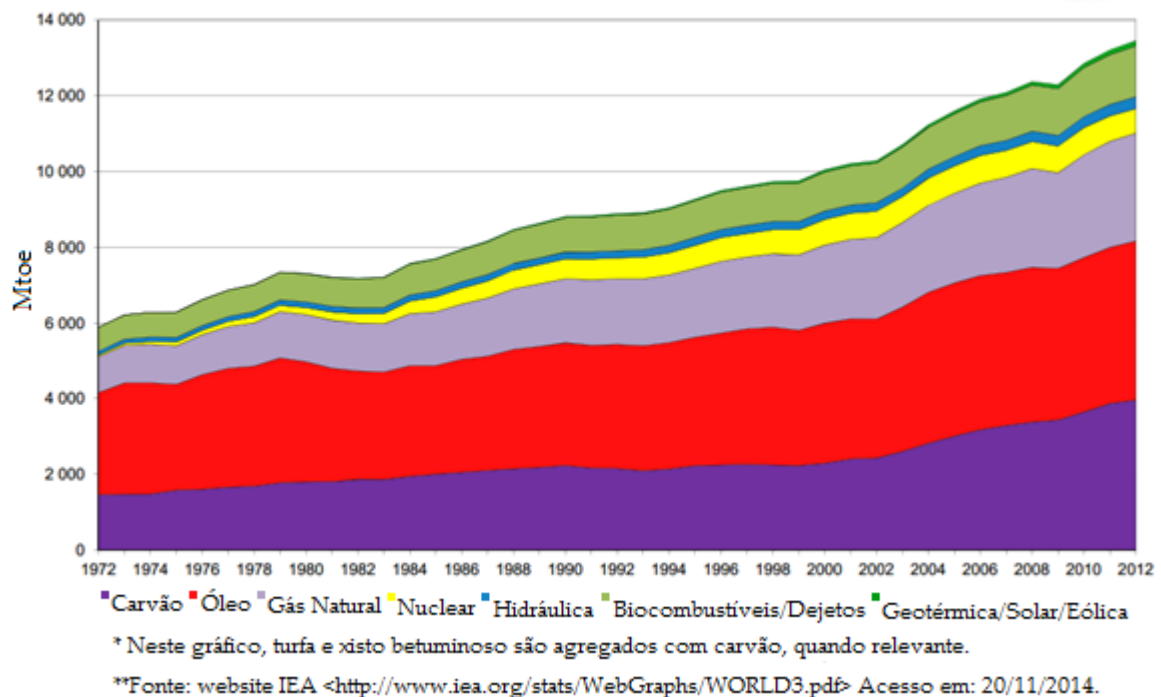
Outro estudo realizado por Asafu-Adjaye (2000) estima as relações de causalidade de Granger entre consumo energético e renda para Índia, Indonésia, Filipinas e Tailândia usando técnicas de modelagem de cointegração e correção de erros. O estudo conclui que há uma causalidade de Granger unidirecional da energia para a renda no caso da Índia e da Indonésia e uma causalidade de Granger bidirecional da energia para renda no caso da Tailândia e das Filipinas. Os resultados de Índia e Indonésia se mantêm no longo prazo. No caso da Tailândia e das Filipinas, no entanto, energia, renda e preços são mutuamente causais.

Soytas e Sari (2003) também calcularam a causalidade entre consumo energético e produto interno bruto para os dez maiores mercados emergentes da época e para os países do G-7 no período de 1950 a 1992 (exceto China). Os resultados mostraram que em sete desses países existe uma relação de cointegração linear estacionária entre as variáveis. Na Turquia, França, Alemanha e Japão, a causalidade vai do consumo de energia para o PIB. Há causalidade bidirecional no caso da Argentina. Isso indica que, no longo prazo a conservação de energia pode prejudicar o crescimento econômico desses países.

Em suma, o consumo energético tende a acompanhar o crescimento das economias dos países. Mas a produção e o consumo de energia enfrentam uma série de problemas. O *World Energy Council* em sua publicação “*2014 World Energy Issues Monitor*” aponta diversas questões relativas à produção e ao consumo de energia no mundo, como os riscos e vulnerabilidades macroeconômicos, as questões geopolíticas e regionais, as políticas energéticas e o ambiente de negócios e o futuro da tecnologia energética.

O gráfico apresentado pela *International Energy Agency* (IEA), no entanto, mostra que a produção energética mundial tem apenas crescido nas últimas décadas.

Gráfico 1 – Produção Energética no Mundo



Pérez-Lombard, Ortiz e Pout (2008) apresentam algumas consequências do crescimento no consumo de energia que vem ocorrendo:

“(...)between 1973 and 2004: (1) the rate of population growth is well below the GDP, resulting in a considerable rise of per capita personal income and global wealth, (2) primary energy consumption is growing at a higher rate than population, leading to the increase of its per capita value on 15.7% over the last 30 years, (3) CO₂ emissions have grown at a lower rate than energy consumption showing a 5% increase during this period, (4) electrical energy consumption has drastically risen (over two and a half times) leading to a percentage increase in final energy consumption (18% in 2004), (5) efficiency in exploiting energy resources, shown as the relation between final and primary energy, has declined by 7% points, especially due to soaring electrical consumption, and (6) final and primary energy intensities have dropped because of the higher rate of growth of the GDP over the energy consumption increasing ratio, resulting in an overall improvement of the global energy efficiency.”

Este cenário é de fato preocupante já que o estilo de vida dos países desenvolvidos tende a ser cada vez mais adotado ao redor do mundo e aponta para necessidade da diversificação da matriz energética mundial.

2.1. Sustentabilidade das fontes de energia

De acordo com o Relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1987 “O desenvolvimento sustentável procura atender às necessidades e aspirações do presente sem comprometer a capacidade de atender às do futuro”. Onat e Bayar (2010) analisaram uma série de combustíveis energéticos diferentes buscando descobrir qual dentre eles produzia mais energia ao mesmo tempo que tinha os menores efeitos negativos sobre o meio ambiente. As fontes de energia estudadas foram: células de combustível de hidrogênio, hidroelétrica, eólica, sistemas de energia elétrica baseada em energia solar e geotérmica, carvão fóssil, gás natural e usinas nucleares. Já os parâmetros utilizados foram os seguintes: custo unitário de energia, emissão de dióxido de carbono, disponibilidade, eficiência, consumo de água pura, uso da terra e efeitos sociais. Os melhores níveis de sustentabilidade foram obtidos pela energia eólica, seguida pela energia nuclear, depois a energia hidroelétrica e em quarto lugar ficou a energia solar. Os sistemas geotérmicos estão entre os piores níveis de sustentabilidade, devido à sua dificuldade de disponibilidade. O gás natural e as tecnologias de células de combustível têm níveis similares de sustentabilidade. As usinas de carvão obtiveram o pior nível de sustentabilidade do estudo. Os autores ainda destacam que: previsões feitas pelo World Energy Council em Onat e Bayar (2010) indicam que, até o final do século, 60% da energia elétrica será proveniente de sistemas fotovoltaicos; se o hidrogênio das células de combustível puder ser obtido de fontes de energia renováveis ao invés do gás natural, o seu nível de sustentabilidade aumenta; É previsto que, até os anos 2050, o carvão seja completamente abandonado como fonte de energia.

Apergis e Payne (2012) relacionaram o crescimento à utilização de energia proveniente de fontes renováveis e não-renováveis. Seu modelo foi aplicado a 80 países no período de 1990-2007. Os resultados sugerem não apenas que o consumo energético está ligado ao crescimento econômico, mas também que há um alto grau de substitubilidade entre as fontes renováveis e não-renováveis de energia, de forma que o governo pode se utilizar desses resultados para embasar políticas de desenvolvimento das fontes renováveis de energia e também a taxação das emissões de carbono para desencorajar o uso de fontes energéticas não-renováveis.

Existem, porém, muitos problemas relacionados ao desenvolvimento e à implantação de fontes alternativas de energia elétrica. Cleveland *et al.* (1984) dizem que a qualidade do combustível assim como a sua quantidade limitam a produção econômica pelas diferenças na quantidade de trabalho gerada por unidade de calor equivalente. Citam também a razão entre o combustível bruto extraído e a energia requerida direta e indiretamente (energia requerida para localizar, extrair e refinar o combustível) até o seu uso final, razão essa à qual dão o nome de *Energy Return on Investment* (EROI):

“Ceteris Paribus, economies with access to higher quality natural resources, particularly fuels with higher EROI, can do more economic work than those with lower EROI fuel resources”

Com isso, os autores afirmam que para sustentar o crescimento econômico e a produtividade no longo prazo, os combustíveis alternativos devem dispor de razões EROI comparáveis à do petróleo, ou então deve haver uma melhora significativa na eficiência da transformação de energia em produção econômica.

Onat e Bayar (2010) também apontam alguns fatores que afetam o desenvolvimento das fontes de energia alternativas. Fatores perceptivos estão ligados aos altos custos e baixos retornos que essas fontes ainda proporcionam, sendo tratadas como fontes complementares até o momento. Fatores políticos relacionam-se às fracas estruturas políticas de muitos países que ainda privilegiam os combustíveis fósseis sem se importar com seus efeitos. Há também a morosidade dos processos legais de regulamentação de modo a estimular o crescimento da utilização de fontes renováveis de energia. Por último, os autores tratam do fator econômico, salientando a estrutura convencional de financiamento de projetos que é voltada principalmente para grandes projetos, deixando os pequenos projetos de novas fontes de energia em desvantagem. Mudar essa estrutura para levar em consideração fatores ambientais é um processo complexo. Outro fator econômico é o alto custo inicial dessas novas tecnologias e o fato de não se levar em conta as externalidades no cômputo sócio-ambiental.

2.2. O papel do setor imobiliário no consumo energético

Os comportamentos dos setores de construção e imobiliário são muito importantes em matéria de sustentabilidade ambiental. Relata-se, por exemplo, que os edifícios são responsáveis por aproximadamente 40% do consumo de matérias-primas e energia. Além disso, 55% da madeira que não é utilizada como combustível é consumida na construção. No geral, os edifícios e a atividade de construção somam pelo menos 30% das emissões de gases de efeito estufa do mundo (Royal Institution of Chartered Surveyors, RICS (2005) em Eichholtz, Kok e Quigley (2010)).

A indústria da construção – particularmente a construção, operação e demolição de edifícios – é a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente. Pesquisas visando reduzir os impactos ambientais de edifícios receberam investimento crescente ao longo da última década. A definição de estratégias para minimização do uso de recursos de construção, em especial, foram amplamente estimulados por agências governamentais, instituições de pesquisa e pelo setor privado de diversos países (CIB/CSTB, 1997 em Silva, Silva e Agopyan, 2001).

Pérez-Lombard, Ortiz e Pout (2008) afirmam que o consumo energético do setor imobiliário corresponde entre 20% e 40% do consumo energético total dos países desenvolvidos e já superou o consumo do setor industrial e do setor de transportes. O crescimento populacional, o aumento da demanda imobiliária e o aumento do tempo gasto dentro dos prédios (comerciais e residenciais) fazem com que a busca pela maior eficiência energética nesse ambiente seja primordial. Segundo esses autores há, no entanto, muita dificuldade em obter dados a respeito desse setor, uma vez que o consumo final de energia é apresentado dividido em três setores principais: indústria, transporte e “outros”, fazendo parte desse último componente a agricultura, o setor de serviços e as residências. Além de que não há um padrão internacional, nacional ou regional do que está incluso nesse componente. Percebe-se ainda que não há a correta distinção entre a energia consumida em habitações e a energia consumida por imóveis comerciais.

Os autores compilaram o consumo energético do setor imobiliário como parcela do consumo total dos Estados Unidos, Reino Unido, União Europeia, Espanha e do mundo inteiro e obtiveram a seguinte tabela:

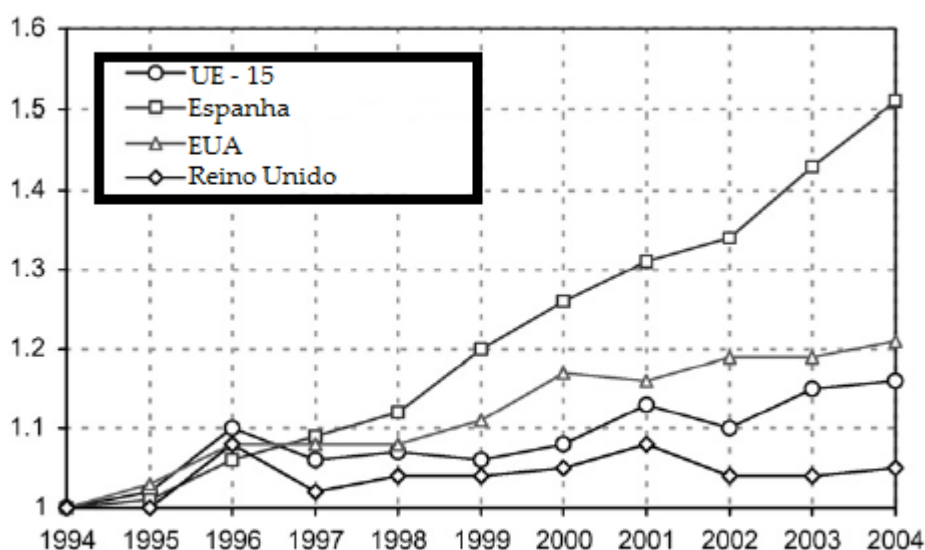
Tabela 1 – Participação dos edifícios no consumo energético

Consumo energético final (%)	Comercial	Residencial	Total
Estados Unidos	18	22	40
Reino Unido	11	28	39
União Europeia	11	26	37
Espanha	8	15	23
Mundo	7	16	24

*Ano 2004. Fontes: EIA, Eurostat e BRE. Retirado e traduzido de Pérez-Lombard, Ortiz e Pout (2008).

No gráfico seguinte, os autores apresentam o crescimento histórico do consumo energético dos edifícios em alguns países:

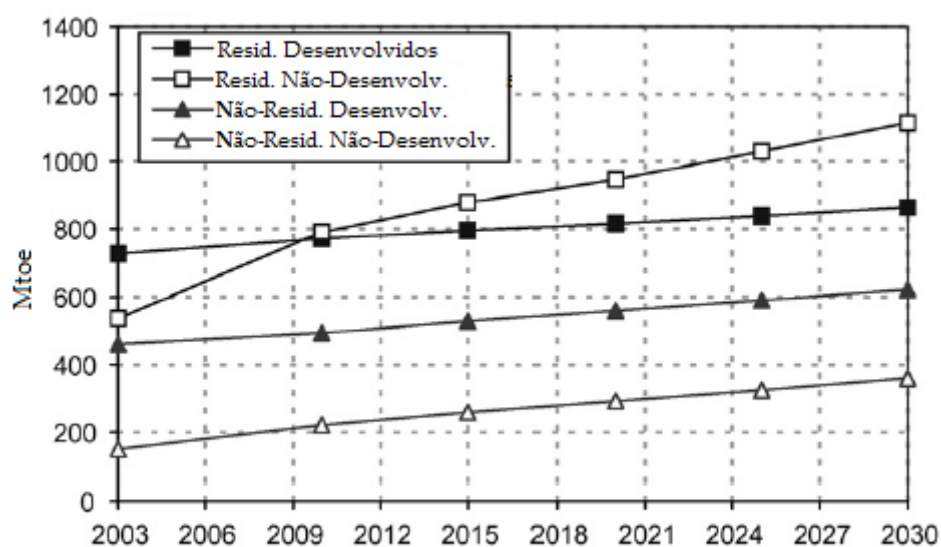
Gráfico 2 – Evolução do consumo energético dos edifícios



*Ano de referencia 1994. Fonte: Eurostat e EIA. Retirado e traduzido de Pérez-Lombard, Ortiz e Pout (2008).

Já nesse outro gráfico, os mesmos autores apresentam como o consumo energético tende a se dividir no setor imobiliário entre imóveis residenciais e comerciais em países desenvolvidos e países não-desenvolvidos:

Gráfico 3 – Perspectiva de consumo energético dos edifícios



*Fonte: EIA. Retirado e traduzido de Pérez-Lombard, Ortiz e Pout (2008).

Análises e previsões da *Energy Information Administration* (EIA) (em Pérez-Lombard, Ortiz e Pout (2008)) mostram os seguintes fatos: nos próximos 20 anos o consumo de energia do setor imobiliário vai crescer 34%, a uma taxa média de 1,5%; Em 2030 o consumo das habitações e dos imóveis não-domésticos vai ser de 67% e 33% respectivamente (aproximadamente); O crescimento do sudeste asiático e consequente crescimento do setor de construção civil vão demandar mais energia em residências; Espera-se que o consumo energético no setor de serviços dos países não-desenvolvidos dobre nos próximos 25 anos, com uma taxa média anual de crescimento de 2,8%.

No setor imobiliário residencial, o tamanho, a localização, o clima, o design arquitetônico, os sistemas de energia e o nível econômico dos ocupantes são os principais determinantes do consumo energético. De modo geral, as residências dos países desenvolvidos consomem mais que as dos países em desenvolvimento e espera-se que esse consumo continue crescendo devido à criação de novos aparelhos.

Tabela 2 – Consumo de energia por uso final no setor residencial

Usos finais no setor residencial (%)	Espanha	UE	EUA	Reino Unido
Refrigeração de espaços	42	68	53	62
Água quente doméstica	26	14	17	22
Iluminação e aparelhos	32	18	30	16

*Ano 2003. Fonte: EIA, IDAE e BRE. Retirado e traduzido de Pérez-Lombard, Ortiz e Pout (2008).

Segundo a IEA, há três formas de diminuir a demanda energética no setor imobiliário:

- Instrumentos regulatórios: criação de legislação regulatória com requisitos mínimos de performance energética;
- Instrumentos de informação: os melhores exemplos desse instrumento são as etiquetas de performance, que servem tanto para aparelhos quanto para imóveis;
- Esquemas de incentivo: são políticas complementares aos instrumentos regulatórios e aos instrumentos de informação. Consistem em incentivos fiscais, financeiros ou quaisquer outros tipos de incentivos econômicos visando uma melhora de eficiência energética.

Tanto os instrumentos regulatórios quanto os esquemas de incentivo econômico dependem de vontades políticas e legislação. Já as etiquetas de performance dão aos clientes o poder de decisão sobre a performance energética dos imóveis que estão adquirindo.

3. O PROBLEMA DA ASSIMETRIA DE INFORMAÇÃO E O PAPEL DAS ETIQUETAS AMBIENTAIS

Fazendo uma analogia com o problema dos *lemons* apresentado em Akerlof (1970) e remontado em Varian (2006), pode-se imaginar um mercado no qual haja 100 pessoas colocando seus imóveis à venda e 100 pessoas querendo comprar imóveis. Todos sabem que 50 são energeticamente eficientes e 50 não o são. Apesar dos proprietários atuais saberem da eficiência energética de seus imóveis, os possíveis compradores não conseguem diferenciá-los. O proprietário de um imóvel energeticamente ineficiente está disposto a vendê-lo por \$100.000 e o proprietário de um imóvel energeticamente eficiente está disposto a desfazer-se dele por \$200.000. Os compradores de imóveis estão dispostos a pagar \$120.000 por um imóvel energeticamente ineficiente e \$240.000 por um imóvel energeticamente eficiente. Caso a eficiência energética fosse facilmente visualizada nesse mercado, os imóveis energeticamente ineficientes seriam vendidos por um valor entre \$100.000 e \$120.000 e os imóveis energeticamente eficientes seriam vendidos por um valor entre \$200.000 e \$240.000. Agora, caso a eficiência energética não seja observável, os compradores têm que adivinhar

quanto o imóvel vale. Supondo que a probabilidade do imóvel ser energeticamente eficiente ou ineficiente é a mesma, o comprador estaria propenso a pagar $0.5 \times 120.000 + 0.5 \times 240.000 = \180.000 . Mas os únicos vendedores que estariam dispostos a vender os imóveis por esse valor seriam os proprietários de imóveis energeticamente ineficientes, ou seja, ao preço de \$180.000, somente os imóveis energeticamente ineficientes seriam postos à venda. Mas se o comprador tivesse certeza de que compraria um imóvel energeticamente ineficiente, então ele não estaria propenso a pagar \$180.000 por ele, mas sim algo entre \$100.000 e \$120.000. Nesse mercado nenhum imóvel energeticamente eficiente seria vendido, mesmo com os compradores propensos a pagar um preço superior ao preço ao qual os vendedores estariam propensos a vender estes imóveis.

A assimetria de informação ocorre, portanto, quando, em uma transação econômica, uma das partes detém maior conhecimento sobre o bem transacionado que a outra, geralmente sendo o vendedor quem detém o maior conhecimento e o comprador a outra parte. Isso pode causar receio do comprador em se envolver na transação econômica, ou seja, há uma redução na disposição a pagar do comprador que antecipa uma assimetria de informação.

No caso do setor imobiliário, a certificação ambiental ajuda a corrigir essa falha de mercado. A partir do momento em que uma instituição independente, e de reconhecida idoneidade, avalia um imóvel e a ele confere uma etiqueta, a qual o comprador tem total acesso aos requerimentos necessários para sua obtenção, fica reconhecido que ele satisfaz um determinado padrão. Isso dá ao comprador acesso à informação sobre a eficiência energética e a sustentabilidade do imóvel.

O objetivo central das certificações ambientais é portanto corrigir os preços e aumentar a eficiência alocativa do mercado imobiliário. Dado que preços constituem os termos sobre os quais é feita a troca de bens, eles são um instrumento fundamental para a eficiência das alocações de mercado. É sabido que a falta de informação sobre o real valor de um bem e sobre sua qualidade afeta a eficiência alocativa. (FUERST e MCALLISTER, 2011a).

Há uma multiplicidade de etiquetas utilizadas ao redor do mundo, como mostram Fuerst e McAllister (2011b): Green Star (Austrália), LEED (Estados Unidos, *Leadership in Energy and Environmental Design*), Energy Star (Estados Unidos), Green Globes (Estados Unidos) e BREEAM (Reino Unido, *Building*

Research Establishment Environmental Assessment Method). No Brasil, há também a etiqueta PBE EDIFICA, que tem crescido bastante nesse nicho nos últimos anos. Nesse trabalho, são analisadas as duas etiquetas de maior relevância no âmbito internacional, onde há o maior número de estudos de valorização hedônica.

3.1. Energy Star

Criada a partir de uma parceria entre a *US Environmental Protection Agency* (EPA) e o *US Department of Energy*, a etiqueta EnergyStar surgiu para atestar a eficiência energética de produtos visando a redução das emissões de gases causadores do efeito estufa, passando, em 1999, a ser também disponibilizada para edifícios comerciais. As graduações da etiqueta Energy Star são desenvolvidas usando dados nacionais do *Commercial Building Energy Consumption Survey* para quantificar empiricamente o uso de energia para cada tipo de propriedade. A eficiência energética é medida pelo resíduo entre consumo real e consumo previsto de energia. A etiqueta Energy Star requer uma pontuação no quartil superior no sistema de avaliação de desempenho de energia da EPA, junto com o cumprimento satisfatório dos padrões de qualidade do ar interior. A principal exigência do processo de candidatura envolve o acompanhamento do desempenho energético de um edifício e disponibilização dos resultados juntamente a EPA (WILEY, BENEFIELD e JOHNSON, 2010).

Em novembro de 2010, cerca de 12.000 edifícios comerciais já haviam recebido a etiqueta. Mais especificamente, o número de edifícios de escritórios certificados pelo programa Energy Star passou de um mero 86 (cerca de 33 milhões de metros quadrados), em 1999, para mais de 4,4 mil (cerca de 1,3 mil milhões de pés quadrados), em 2010 (KOK, MCGRAW e QUIGLEY (2011)).

A etiqueta Energy Star para imóveis está disponível apenas nos Estados Unidos. Atualmente grandes certificações ambientais imobiliárias se utilizam da etiqueta Energy Star em seus sistemas de avaliação, dentre elas:

- U.S. Green Building Council's Leadership in Energy & Environmental Design (LEED) certification
- The Green Building Initiative's Green Globes system

- The U.S. Guiding Principles for High Performance and Sustainable Buildings
 - Travelocity
 - Co-Star
 - Honest Buildings
 - AAA Tour Book
 - Collaborative for High Performance Schools
 - AIA 2030 Commitment

3.2. LEED

A etiqueta LEED foi criada no ano 2000 pelo *U. S. Green Building Council* (USGBC) com o intuito de fomentar as práticas sustentáveis de construção (WILEY, BENEFIELD e JOHNSON, 2010). São avaliadas sete dimensões de sustentabilidade para a concessão dessa etiqueta, indo muito além da eficiência energética por si só: espaço sustentável, eficiência do uso da água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade ambiental interna, inovação e processos e créditos de prioridade regional.

Os requisitos para a certificação de edifícios LEED são substancialmente mais complexos do que aqueles para a atribuição de uma classificação Energy Star, e o processo de certificação mede seis¹ componentes distintos de sustentabilidade, um dos quais é o desempenho energético. Alega-se que os edifícios com certificação LEED têm custos operacionais mais baixos e valores de ativos mais altos, e que proporcionam ambientes mais saudáveis e mais seguros para os seus ocupantes. É também notável que a atribuição de uma designação LEED demonstra o compromisso do proprietário com a gestão ambiental e a responsabilidade social (EICHHOLTZ, KOK e QUIGLEY, 2013)

Deve-se também frisar que há diversos padrões LEED, cada um direcionado a um tipo de edifício: *New Construction* (LEED-NC), *Existing Buildings* (LEED-EB), *Commercial Interiors* (LEED-CI), *Core and Shell* (LEED-CS), *Schools, Retail, Healthcare, Homes, and Neighborhood Development*. Às construções são conferidas pontuações, de forma que há quatro níveis possíveis de serem

¹ Os autores falam em seis componentes, mas no momento da confecção deste trabalho foram identificados sete componentes. Maiores informações podem ser obtidas no website do Green Building Council: <www.gbcbrazil.org.br/sobre-certificado.php> Acesso em 19/11/2014.

alcançados: “Certificado” requer ao menos 26 pontos, “Prata” requer de 33 a 38 pontos, “Ouro” de 39 a 51 pontos e “Platina” de 52 a 69 pontos.

A certificação LEED é hoje a certificação mais utilizada para atestar eficiência energética em edificações ao redor do mundo, sendo utilizada em 143 países. Segundo Wiley, Benefield e Johnson (2010) havia, naquele momento, 1.255 edifícios nos Estados Unidos com certificação LEED (contando os quatro níveis) e mais 8.000 outros empreendimentos com intenção registrada de obter essa certificação. Após sua chegada ao Brasil, no ano de 2007, o GBC já certificou mais de 120 iniciativas em território nacional, tornando-nos o 4º país no mundo em número de projetos registrados.

O processo de obtenção desta etiqueta, no entanto, é caro e demorado. Watchman (2007) em Wiley, Benefield e Johnson (2010) relata que a taxa de certificação por si só pode variar entre \$ 1.000 a \$ 20.000, sem contar a possibilidade de custos adicionais de consulta ou comissões imobiliárias. Cassidy (2003) em Wiley, Benefield e Johnson (2010) relata que 62% dos projetos registrados LEED eram prédios de propriedade de algum nível do governo, seja municipal, estadual ou federal, ou por uma corporação sem fins lucrativos. A percentagem relativamente baixa de projetos registrados LEED de propriedade de particulares e empresas com fins lucrativos pode ser atribuída às preocupações com os custos para a construção dentro das normas LEED, que são considerados proibitivos (WILEY, BENEFIELD e JOHNSON, 2010).

4. VANTAGENS DOS EDIFÍCIOS “VERDES”

Além do benefício ambiental, a eficiência energética reduz custos presentes e futuros (quando do aumento do preço da energia) e é parte de um marketing ambientalista para empresas e residentes.

O USGBC afirma que os edifícios com certificação LEED não só têm custos operacionais mais baixos, mas também proporcionam ambientes de trabalho mais saudáveis e seguros para os ocupantes. O programa Energy Star afirma que os edifícios que possuem sua etiqueta geralmente usam 35% menos energia e emitem 35% menos dióxido de carbono do que os edifícios médios sem etiquetas. Porém, os custos de investimento para alcançar esses benefícios e economia não são claros. Embora a EPA e USGBC não cobrem diretamente para

o fornecimento de certificação (além de uma taxa nominal de inscrição), o processo pode envolver despesas consideráveis para os promotores imobiliários e investidores. Por exemplo, o USGBC treina e licencia especialistas de certificação de terceiros que cobram por seus serviços de consultoria. Além disso, existem custos adicionais associados ao design, material, equipamento e construção voltados especificamente para atender às diretrizes LEED, ou para alcançar os padrões de eficiência energética impostas pela Energy Star (KOK, MCGRAW e QUIGLEY (2011)).

4.1. Valoração Hedônica

Os retornos desse investimento eram, até pouco tempo, pensados como bastante limitados. Alguns dos benefícios supracitados melhoram o bem-estar geral, mas os custos são implicados somente ao agente econômico que contrata o serviço de consultoria que vai avaliar seu imóvel. Uma literatura recente vem tentando modificar essa ideia e apresentar vantagens tangíveis aos que venham a adquirir certificações ambientais imobiliárias, demonstrando crescimento do número de aluguéis, taxas de ocupação e valores de aluguel e venda dos imóveis. Fuerst e McAllister (2011b) argumentam que há, possivelmente, três fatores principais que geram as diferenças de preço entre imóveis certificados e não-certificados, sendo estes: benefícios de ocupação adicionais, menores custos de exploração e menor prêmio de risco. Uma vez que sejam comprovadamente lucrativas as construções que privilegiam a sustentabilidade no seu mais amplo sentido, a demanda por esses bens tende a crescer. Assim, surgem estudos que tentam mostrar a valorização monetária de imóveis que obtêm certificações ambientais. Os autores visam comprovar as vantagens econômicas das construções sustentáveis para que possa haver um embasamento científico para sua expansão.

A forma pela qual a literatura analisada busca a verificação empírica dos impactos em preços das certificações ambientais é a precificação hedônica. A teoria de preços hedônicos, atribuída aos autores Lancaster (1966) e Rosen (1974) em Sakurai (2010), leva em conta diferentes atributos de um bem no seu processo de formação de preços. Apesar da aplicação empírica de modelos de preços hedônicos já ocorrer anteriormente, os modelos eram desprovidos de

suporte teórico bem definido. De acordo com Sartoris (1996) em Sakurai (2010), as aplicações empíricas se popularizaram a partir dos trabalhos de Griliches (1961) em Sakurai (2010), os quais inspiraram muitos outros trabalhos empíricos em diferentes mercados, tanto para bens duráveis como não-duráveis, como o de automóveis e de cereais (SAKURAI, 2010).

Rosen (1974) define os preços hedônicos como:

“Hedonic prices are defined as the implicit prices of attributes and are revealed to economic agents from observed prices of differentiated products and the specific amounts of characteristics associated with them”

Mais especificamente, considere um mercado de um bem descrito por n atributos ou características, $z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$, assumindo as percepções dos consumidores da quantidade de características englobadas em cada bem são idênticas. Cada produto tem um preço de mercado revelado pela função $p(z) = p(z_1, \dots, z_n)$ relacionando os preços às características (com primeiras derivadas positivas e segundas derivadas contínuas). Suponha que os consumidores comprem apenas uma única unidade de uma marca com um valor particular de z , e que a função de utilidade $U(x, z_1, \dots, z_n)$ seja estritamente côncava, com x sendo todos os outros bens consumidos. Coloque o preço de x como numerário e meça a renda, y , em termos de unidades de x : $y = x + p(z)$. A escolha de x e (z_1, \dots, z_n) que satisfaçam o orçamento e a condição de primeira ordem $\frac{\partial p}{\partial z_i} = p_i = \frac{U_{z_i}}{U_x}$, $i = 1, \dots, n$ maximiza a utilidade. Defina uma função de proposta $\theta(z_1, \dots, z_n; u; y)$. A maximização da utilidade sujeita à restrição orçamentária não-linear requer

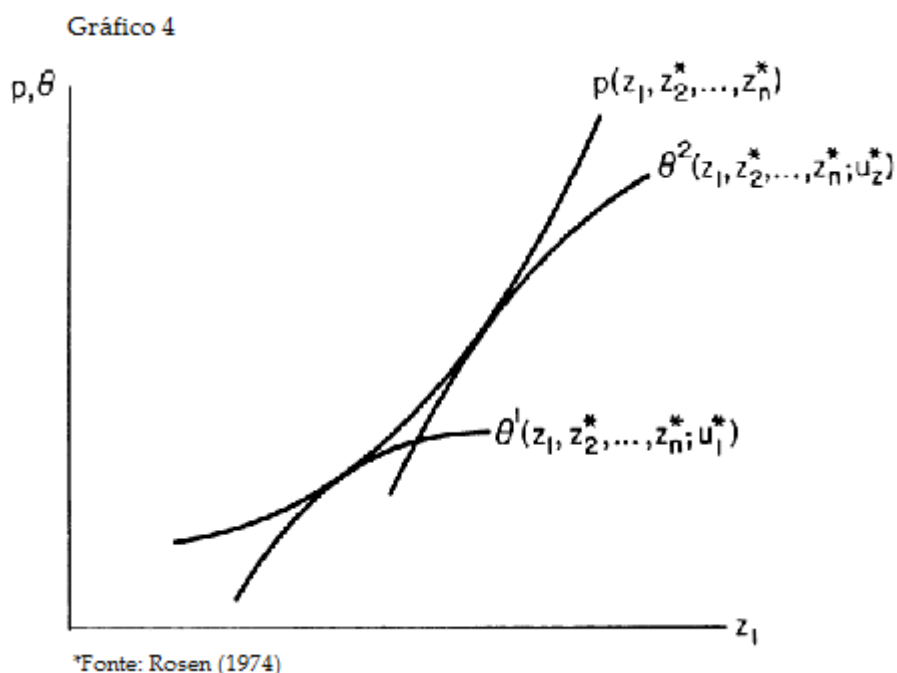
$$U(y - \theta, z_1, \dots, z_n) = u \text{ (eq. 4)}$$

O gasto que o consumidor está disposto a ter com valores alternativos de (z_1, \dots, z_n) a um dado índice de utilidade e renda é representado por $\theta(z; u, y)$. Isso define o conjunto de curvas de indiferença relacionando z_i com “dinheiro”. Diferenciando a equação acima, obtém-se

$$\theta_{z_i} = \frac{U_{z_i}}{U_x} > 0, \theta_u = -\frac{1}{U_x} < 0, e \theta_y = 1 \text{ (eq. 5)}$$

$$\theta_{z_i z_i} = U_x^2 U_{z_i z_i} - 2 U_x U_{z_i} U_{x z_i} + \frac{U_{z_i}^2 U_{xx}}{U_x^3} < 0 \text{ (eq. 6)}$$

Essas equações mostram que a função é crescente em z_i a uma taxa decrescente. Alternativamente θ_{z_i} é a taxa marginal de substituição entre z_i e dinheiro ou a valoração marginal implícita que o consumidor dá a z_i a um dado índice de utilidade e renda.



A quantidade que o consumidor está disposto a pagar por z a um dado índice de utilidade e renda é $\theta(z; u, y)$, enquanto $p(z)$ é o preço mínimo que ele consegue no mercado. Assim, a utilidade é maximizada quando $(z^*; u^*, y) = p(z^*)$ e $\theta_{z_i}(z^*; u^*, y) = p_{z_i}(z^*)$, $i = 1, \dots, n$, onde z^* e u^* são quantidades ótimas. Ou seja, quando as curvas $p(z)$ e $\theta(z; u^*, y)$ são tangentes. Dois compradores diferentes são mostrados no gráfico 4, um com função θ_1 e outro com função θ_2 . O segundo compra uma marca que oferece mais z_1 . Um conjunto de curvas de indiferença é definido por $\theta(z_1, z_2^*, \dots, z_n^*; u, y)$.

Diferenciando θ_{z_i} em u , $\theta_{z_i u} = \left(U_{xz_i} - \frac{U_{z_i} U_{xx}}{U_x^2} \right)$ onde o numerador determina o sinal da elasticidade da demanda do bem z_i quando os outros componentes de z são mantidos constantes. Se todas essas derivadas forem positivas, o gradiente de θ cresce juntamente com u . Rendas extras sempre aumentam a utilidade máxima alcançável. Se $p(z)$ é convexa e suficientemente regular em todos os seus pontos, espera-se que consumidores com maiores rendas comprem maiores

quantidades de todas as características. Apenas nesse caso seria verdade que maiores rendas levam a aumentos inequívocos da qualidade consumida, e os mercados dos produtos diferenciados tenderiam a ser estratificados pela renda. Em geral, no entanto, não há razão convincente pela qual a qualidade geral deva sempre crescer com a renda. Alguns componentes podem crescer e outros decrescer (cf. Lipsey e Rosenbluth (1971) em Rosen (1974)). Uma consequência do modelo é que há tendências naturais de segmentação do mercado, no sentido de que consumidores com funções de valoração similares comprem produtos com especificações similares.

Do lado da oferta, considere $M(z)$ como o número de unidades produzidas por uma firma de designs oferecendo a especificação z . Suponha o custo total como $C(M, z; \beta)$, onde o parâmetro β reflete variáveis subjacentes do problema de minimização de custos, ou seja, preços dos fatores e parâmetros da função de produção. O problema da firma é maximizar o lucro $\pi = Mp(z) - C(M, z_1, \dots, z_n)$, escolhendo M e z ótimos, onde $p(z)$ é a receita por unidade de z . Essa escolha ótima de M e z requer

$$p_i(z) = \frac{C_{z_i}(M, z_1, \dots, z_n)}{M}, i = 1, \dots, n \text{ (eq. 7)}$$

$$p(z) = C_M(M, z_1, \dots, z_n) \text{ (eq. 8)}$$

Ou seja, no design ótimo, a receita marginal de atributos adicionais se iguala aos custos marginais de produção por unidade vendida. Além disso, a quantidade produzida aumenta até o ponto em que a receita unitária $p(z)$ se iguala ao custo marginal de produção.

Definamos a função de oferta $\phi(z_1, \dots, z_n; \pi, \beta)$ indicando o preço unitário que a firma está disposta a aceitar a um lucro constante quando as quantidades produzidas estão em seu nível ótimo. Um conjunto de curvas de indiferença é definido por ϕ . Assim, $\phi(z_1, \dots, z_n; \pi, \beta)$ é encontrado eliminando M de

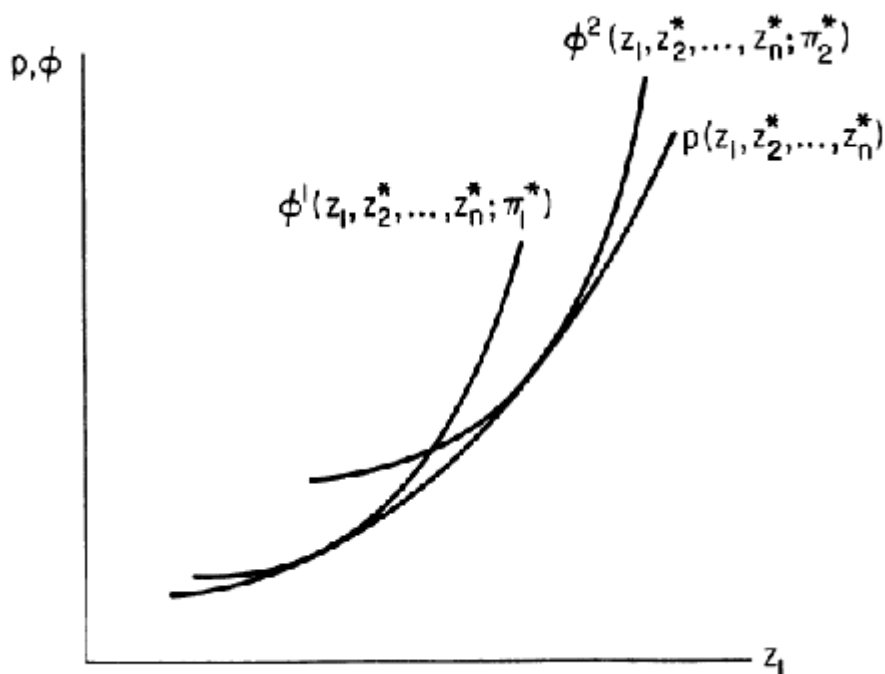
$$\pi = M\phi - C(M, z_1, \dots, z_n) \text{ (eq. 9)}$$

$$C_M(M, z_1, \dots, z_n) = \phi \text{ (eq. 10)}$$

E resolvendo para ϕ em termos de z, π e β . O lucro máximo e o design ótimo satisfazem $p_i(z^*) = \phi_{z_i}(z_1^*, \dots, z_n^*; \pi^*, \beta)$, para $i = 1, \dots, n$, e $p(z^*) = \phi(z_1^*, \dots, z_n^*; \pi^*, \beta)$. O equilíbrio do produtor é caracterizado pela tangência entre

a curva de indiferença de características do lucro e a curva de preço implícito de características do mercado.

Gráfico 5



*Fonte: Rosen (1974)

Uma dimensão da solução é retratada no gráfico 5, onde $\phi(z_1, z_2^*, \dots, z_n^*; \pi, \beta)$ define um conjunto de curvas no plano $z_1 - \phi$ cortadas pela curva de indiferença nos valores ótimos de seus outros atributos. Apenas um membro é mostrado no gráfico. A firma ϕ^2 tem vantagem comparativa na produção de z_1 . O equilíbrio do produtor é caracterizado por um conjunto de funções de oferta que englobam as funções de preço hedônico do mercado. O parâmetro β é qualquer coisa que altera as condições de custo entre as firmas.

Sobrepondo os dois gráficos, temos que o equilíbrio ocorre quando as funções de valoração e de oferta se tangenciam, com um gradiente comum que é, naquele ponto, o gradiente da função de preço implícito $p(z)$. É necessário encontrar $p(z)$ que forneça $Q^d(z) = Q^s(z)$ (quantidade demandada do bem com características z se igualando à quantidade ofertada desse mesmo bem) para que haja equilíbrio nesse mercado.

O autor conclui que quando os bens podem ser tratados como pacotes fechados de características, os preços de mercado observados também podem

ser comparados nesses termos. O conteúdo econômico da relação entre preços observados e características observadas se torna evidente quando as diferenças de preço entre os bens se revelam como equilibradores das diferenças entre os diversos pacotes de produtos.

Assim, tratando a certificação ambiental como um atributo na formação do preço dos imóveis, os pesquisadores são capazes de verificar empiricamente suas valorizações monetárias devidas a esse atributo.

4.2. Verificação empírica nos Estados Unidos

Fuerst e McAllister (2009) investigam o efeito da eco-certificação voluntária sobre os preços de aluguel e venda de escritórios comerciais nos Estados Unidos. No teste empírico dos aluguéis e dos prêmios no preço de venda de edifícios certificados, foi aplicada uma abordagem em duas fases. Primeiramente, foi adotado um quadro hedônico padrão. Na segunda etapa, foi selecionado um grupo de pares combinados com base em regressão logística e comparados os resultados obtidos com os dois tipos de estimativas. A amostra é constituída por cerca de 24.479 edifícios de escritórios em 853 submercados em 81 áreas metropolitanas espalhadas por todo os Estados Unidos. Isso significa que o modelo hedônico mede as diferenças de preços entre edifícios certificados e não certificados selecionados aleatoriamente na mesma área metropolitana, controlando para as diferenças de idade, tamanho, altura, localização, tipo de locação, classe do prédio e submercado.

Para o propósito deste estudo, foram especificados dois tipos de modelos hedônicos. O primeiro tipo, explica rendas e o segundo explica preço por metro quadrado em transações de vendas. O modelo hedônico para aluguéis é o seguinte:

$$\ln R_i = \beta_0 + \beta_1 \ln A_i + \beta_2 \ln S_i + \beta_3 \ln L_i + \beta_4 \ln T_i + \beta_5 \ln G_i + \beta_6 N_i + \beta_7 BC_i + \beta_8 SU_i + \beta_9 GR_i + \varepsilon_i \text{ (eq. 11)}$$

Neste modelo, A_i representa a idade do imóvel, medida a partir do ano de construção ou o ano de uma grande renovação (o que ocorreu mais recentemente), S_i é o número de histórias da propriedade, L_i representa o

tamanho do lote, T_i e G_i são as coordenadas geográficas de latitude e longitude da propriedade, que captura os efeitos de grande escala da distribuição espacial das propriedades em todo o país, N_i é uma variável dummy que indica uma locação líquida (tendo o valor de zero para um aluguel com serviços básicos ou serviço completo), o BC_i são controles para a classe do prédio (categorias padrão A, B, C e F) e SU_i são controles para submercados (853 no total) e ε_i é o termo de erro, que é assumido como sendo independente em todas as observações e normalmente distribuído com variância constante e media zero. Um prêmio de aluguel para LEED e / ou Energy Star edifícios classificados é capturado pelo termo GR_i , uma variável dicotômica que assume o valor de 1 para edifícios certificados e um valor de 0 caso contrário. Em especificações de modelos alternativos, a variável dummy GR_i é substituída por termos separados para LEED e certificação Energy Star e nível de certificação LEED.

Da mesma forma, a regressão para calcular o preço por metro quadrado em transações de vendas é estimado da seguinte forma:

$$\ln R_i = \beta_0 + \beta_1 \ln A_i + \beta_2 \ln S_i + \beta_3 \ln L_i + \beta_4 \ln T_i + \beta_5 \ln G_i + \beta_6 E_i + \beta_7 MC_i + \beta_8 BC_i + \beta_9 SU_i + \beta_{10} GR_i + \varepsilon_i \text{ (eq. 12)}$$

Onde E_i é uma variável de tendência temporal que representa a inflação geral dos preços e outras tendências não observadas ao longo do tempo. Esta variável aumenta em incrementos semestrais. Além desse controle para a tendência geral, também foi incluído E_i , que indica as condições de mercado no momento da venda aproximada pelo retorno médio trimestral do índice NAREIT. Todas as outras variáveis são as mesmas que no modelo de aluguel.

As regressões hedônicas sugerem a existência de um prêmio de aluguel de cerca de 6% para a certificação LEED e 5% para a certificação Energy Star. Para os preços de venda, foram encontrados prêmios de 31% para a certificação Energy Star e 35% para a certificação LEED. Para controlar a possibilidade de um viés de variável omitida, também foi usada uma regressão logística. Isso indica que, em comparação com edifícios similares, edifícios LEED têm prêmios de 3,7% (7,7% com base em valores medianos) e de 19,6% nos preços de venda (prêmio mediano de 47%). Os prêmios medianos maiores indicam que os edifícios LEED

têm aluguéis e preços de venda mais elevados (*ceteris paribus*), mesmo na metade inferior de preços do mercado.

Eichholtz, Kok e Quigley (2010) produzem uma análise sistemática dos impactos de edifícios ambientalmente sustentáveis nos resultados econômicos medidos no mercado. O estudo se concentra em propriedades comerciais e investiga a relação entre investimentos em eficiência energética, design e construção, os aluguéis, os aluguéis efetivos (ou seja, aluguéis ajustados para o nível de ocupação dos edifícios) e o preço de venda dessas propriedades. Como objetivo secundário, procura-se distinguir os efeitos da classificação de economia de energia dos efeitos intangíveis da própria etiqueta.

Edifícios com certificação Energy Star e LEED são identificados por endereço nos *websites* do Energy Star e USGBC, respectivamente. Para o estudo, foram cruzados os endereços dos edifícios certificados nesses dois programas em setembro de 2007 com os edifícios comerciais identificados nos arquivos mantidos pelo CoStar Group. Foram 1.360 edifícios comerciais que puderam ser identificados no CoStar, dos quais 286 tinham certificação LEED, 1.045 tinham certificação Energy Star e 29 tinham ambas as certificações. As equações estimadas foram as seguintes:

$$\log R_{in} = \alpha + \beta_i X_i + \sum_{n=1}^N \gamma_n c_n + \delta g_i + \varepsilon_{in}^* \quad (\text{eq. 13})$$

$$\log R_{in} = \alpha + \beta_i X_i + \sum_{n=1}^N \gamma_n c_n + \sum_{n=1}^N \delta_n [c_n g_i] + \varepsilon_{in}^{**} \quad (\text{eq. 14})$$

Onde a variável dependente é o logaritmo do aluguel por metro quadrado R_{in} no prédio de escritórios comerciais i no conjunto n . X_i , é um vetor das características hedônicas da construção de i . Para controlar as diferenças regionais na demanda por escritórios, X_i também inclui o aumento percentual do emprego no setor de serviços para a *Core Based Statistical Area* (CBSA) contendo um aglomerado de um edifício verde e seus controles próximos. Para controlar ainda mais os efeitos locacionais, c_n é uma variável dummy com valor 1 se a construção de i está localizado no conjunto n e zero caso contrário. g_i é uma variável dummy, com um valor de 1 se o prédio i é classificado pelo Energy Star ou USGBC e zero caso contrário. α , β_i , γ_n e δ são coeficientes estimados e ε_{in} é um termo de erro.

Os resultados indicam um acréscimo de aproximadamente 3% por pé quadrado no valor de aluguel. O aluguel efetivo aumenta cerca de 7%. Já o

incremento no preço de venda pode chegar a 16%. Outro resultado do estudo é a relação negativa entre o prêmio e o prêmio localizacional. Tem-se também que os efeitos intangíveis da etiqueta em si também influenciam no valor de mercado de prédios "verdes".

Os autores fornecem a primeira análise sistemática do impacto das práticas de construção ambientalmente sustentáveis sobre os resultados econômicos medidos no mercado. Este artigo também trata da variável aluguel efetivo, que mede melhor os efeitos sobre os preços.

Fuerst e McAllister (2011a) utilizam a análise de regressão hedônica para medir o efeito da certificação no preço e no valor de aluguel dos imóveis nos Estados Unidos. Os dados utilizados no estudo para estimar preferências reveladas foram obtidos da base de dados nacional abrangente da CoStar, que inclui aproximadamente 43 bilhões de pés quadrados de espaços comerciais em dois milhões de propriedades nos Estados Unidos. Os modelos hedônicos para verificação empírica da existência de um prêmio no aluguel e no preço de imóveis com certificação ambiental são, respectivamente, os seguintes:

$$\ln R_i = \beta_0 + \beta_1 \ln A_i + \beta_2 \ln S_i + \beta_3 \ln L_i + \beta_4 \ln T_i + \beta_5 \ln G_i + \beta_6 N_i + \beta_7 BC_i + \beta_8 SU_i + \beta_9 GR_i + \varepsilon_i \text{ (eq. 15)}$$

$$\ln R_i = \beta_0 + \beta_1 \ln A_i + \beta_2 \ln S_i + \beta_3 \ln L_i + \beta_4 \ln T_i + \beta_5 \ln G_i + \beta_6 E_i + \beta_7 MC_i + \beta_8 BC_i + \beta_9 SU_i + \beta_{10} GR_i + \varepsilon_i \text{ (eq. 16)}$$

Onde, A_i representa a idade da propriedade, medida do ano de construção ou de uma grande reforma (a que for mais recente), S_i é o número de andares da propriedade, L_i representa o tamanho do lote, T_i e G_i são as coordenadas geográficas de latitude e longitude da propriedade que capturam qualquer efeito de larga escala da distribuição espacial das propriedades pelo país, N_i é uma *dummy* que indica uma locação líquida (sendo zero para uma locação integral), BC_i são controles para a categoria dos edifícios (categorias padrão A, B, C e F), SU_i são controles para submercados (853 no total) e ε_i é o termo de erro, o qual assume-se ser independente entre as observações e normalmente distribuído com variância constante e média zero. Um prêmio de aluguel por certificações LEED e/ou Energy Star é capturado pelo termo GR_i , uma variável dicotômica que assume o valor 1 para prédios certificados e 0 caso

contrário. E_i é uma variável de tendência temporal que representa a inflação geral de preços e outras tendências não observadas ao longo do tempo. Esta variável aumenta em incrementos semianuais. MC_i indica as condições de mercado no momento da proxy da venda pelo retorno médio trimestral do índice NAREIT.

Os resultados mostram que apesar da forte publicidade, a certificação voluntária ainda é minúscula em termos do atual estoque total de imóveis comerciais. No entanto, há grandes chances que a certificação ambiental de edifícios comerciais se torne progressivamente mais importante. As regressões hedônicas revelam que existe um prêmio de aluguel de aproximadamente 5% para certificação LEED e 4% para certificação Energy Star. Para preços de venda, foram encontrados prêmios de 25% para certificação LEED e 26% para certificação Energy Star.

As contribuições do estudo são, em primeiro lugar, tentar fornecer uma base teórica para o diferencial de preço esperado entre os edifícios certificados e não certificados. Em segundo lugar, há uma contribuição empírica quando os autores buscam medir os efeitos da certificação tanto nos preços ocupacionais (aluguéis) quanto nos preços dos ativos (venda).

O objetivo de Fuerst e McAllister (2011b) é investigar a extensão com a qual o crescimento de certificações ambientais (LEED e Energy Star) no mercado americano de imóveis comerciais esta tendo efeitos de preço esperados nos mercados de locação e investimentos.

Os dados utilizados no estudo para estimar preferências reveladas foram obtidos da base de dados nacional abrangente da CoStar. O modelo hedônico utilizado é o seguinte:

$$LNPRICE_i = C_0 + \beta_1 \sum_{n=1}^N Ecolabel\ variables + \beta_2 \sum_{n=1}^N AGE\ variables + \beta_3 \sum_{n=1}^N Quality\ variables + \beta_4 \sum_{n=1}^N Physical\ variables + \beta_5 \sum_{n=1}^N Amenity\ variables_i + \beta_6 \sum_{n=1}^N Lease\ variables + \beta_7 \sum_{n=1}^N Capitalmarket\ variables + \beta_8 \sum_{n=1}^N Submarkets_i + \varepsilon_i$$

(eq. 17)

Ao serem fornecidas informações independentemente verificadas para investidores e locatários sobre a performance ecológica e energética dos edifícios, há um aumento potencial na disposição a pagar por edifícios com melhor performance. Retirando-se preços de venda irrealmente baixos, os prêmios estimados foram de 18% e 25% para certificações Energy Star e LEED, respectivamente. Para as taxas de aluguel, os resultados são consistentes com

estudos anteriores, apontando um prêmio de 3%-5%. Quanto à dupla certificação, há um efeito aditivo com prêmio de aluguel estimado em 9% e prêmio de valor de venda estimado em 28%-29%.

Este estudo aplica um procedimento de regressão alternativa para a análise dos dados, a fim de controlar questões relacionadas com *outliers*, erros de medição e utilização de proporções como variável dependente. Por fim, o documento identifica o grupo crescente de edifícios que têm dupla certificação e estima os efeitos sobre os preços separadamente para esse subgrupo distinto. Este artigo trata melhor da sinalização dos preços no mercado, mostrando que as etiquetas remediavam falhas de mercado ao sinalizarem uma melhor performance ambiental do imóvel.

Eichholtz, Kok e Quigley (2013) juntaram e analisaram informações de prédios "verdes" e prédios de controle próximos. Em seguida, foi analisada uma cross section muito maior, de prédios já certificados em outubro de 2009, para investigar as relações entre eficiência energética e sustentabilidade de um lado e, de outro lado, os aluguéis, os aluguéis efetivos (aluguel multiplicado pelo nível de ocupação) e os preços de venda desses imóveis. A terceira parte do estudo visava confrontar especificamente a falta de informações econômicas custos e consequências de investimentos diretos. Para a etiqueta Energy Star, os dados de eficiência energética foram obtidos das medidas realizadas no processo de certificação. Para a etiqueta LEED, os dados brutos de sustentabilidade foram obtidos das avaliações realizadas no processo de certificação. A regressão básica utilizada foi a seguinte:

$$\log R_{in} = \alpha + \beta_i X_i + \sum_{n=1}^N \gamma_n c_n + \delta g_i + \varepsilon_{in} \text{ (eq. 18)}$$

Onde R_{in} é o aluguel de contrato (ou valor patrimonial) por pé quadrado do prédio i no conjunto n . X_i é o conjunto de características hedônicas de construção de i , e ε_{in} é um termo de erro. Para controlar mais precisamente para efeitos de localização, inclui-se um conjunto de variáveis binárias, uma para cada um dos N conjuntos. c_n tem um valor de um se a construção i está localizado no conjunto N e zero caso contrário. g_i é uma variável dummy, com valor de um se o edifício i é avaliado por EPA ou USGBC e zero caso contrário. α , β_i , γ_n e δ são coeficientes estimados. δ é, assim, o prêmio médio, em percentagem, estimado

para um prédio etiquetado, relativamente aos prédios em seu conjunto geográfico de 0,2 milhas quadradas.

Os resultados mostram que crises recentes na economia e nos mercados imobiliários degradaram significativamente o desempenho financeiro de edifícios "verdes" em relação aos investimentos imobiliários de alta qualidade comparáveis, ou seja, o prêmio econômico para o edifício "verde" diminuiu ligeiramente, mas os aluguéis relativos mantiveram-se inalterados. Outro resultado é que os edifícios "verdes" têm aluguéis e preços dos ativos significativamente superiores aos documentados para espaços comerciais convencionais, controlando especificamente para as diferenças de atributos hedônicos e localização usando pesos de pontuação de propensão. A análise da relação entre os prêmios estimados para edifícios "verdes" e os pormenores dos sistemas de pontuação que são a base de certificação, confirma que - dentro da população de edifícios certificados - atributos associados a uma maior eficiência térmica e sustentabilidade contribuem para aumentos de rendas e valores patrimoniais. Os resultados também sugerem que - dentro da população de edifícios classificados por um sistema - edifícios certificados pelo outro sistema são mais valiosos.

Eichholtz, Kok e Quigley (2013) vão além dos preços por si, e medem também a influência do cenário macroeconômico na precificação de atributos ambientais e mostram que essa precificação diminui.

4.3. Verificação empírica em outros países

Baseados em estudos anteriores que mostram que o setor imobiliário e a construção civil são responsáveis por um terço das emissões de gases de efeito estufa e consomem quarenta por cento das matérias-primas e energia do mundo, Deng *et al.* (2012) analisam as transações no mercado imobiliário de Cingapura para estimar o impacto econômico do programa Selo Verde no setor residencial do país.

Os critérios analisados para a concessão do selo verde são: eficiência energética, eficiência no uso de recursos hídricos, proteção ambiental, qualidade do ambiente interno, outras características "verdes" e inovação. Devido à heterogeneidade das características dos imóveis, o estudo foca em condomínios privados e apartamentos. Os dados utilizados vão de janeiro de 2000 a junho de

2010. Dos projetos analisados, 62 (com 18.296 transações de unidades habitacionais) possuem o Selo Verde e 1.377 (com 55.982 transações de unidades habitacionais) não possuem o Selo Verde. O modelo estimado é o seguinte:

$$\log P_i = c + \beta X_i + \sum_{j=1}^{21} \gamma_j R_j + \sum_{k=1}^{10} \delta_k Y_k + \sum_{m=1}^{11} \phi_m M_m + \alpha g_i + \varepsilon_i \text{ (eq. 19)}$$

Onde a variável dependente é o logaritmo do preço de venda por metro quadrado P_i da transação i . c é uma constante e ε_i é o termo de erro. X_i é um vetor das características hedônicas da propriedade i . Para controlar para diferenças regionais, R_j é a área de planejamento onde o imóvel está localizado em Cingapura. Y_k e M_m são dummies de ano e mês, respectivamente. β , γ_j , δ_k , ϕ_m são coeficientes. $\exp(\alpha)$ mede a capitalização de um Selo Verde.

O estudo encontrou um prêmio significativo nos preços de venda para habitações com certificação *Green Mark*. A estimativa de dois estágios mostra que o prêmio pela certificação *Green Mark* de 4% é estatisticamente significativo, mesmo após o controle de amenidades das comunidades. O prêmio estimado é maior para habitações certificadas em níveis mais elevados no mercado "verde" - habitações Platinum, Gold Plus e Ouro.

Apesar da aplicação empírica apenas no mercado imobiliário de Cingapura, as implicações políticas sobre os retornos econômicos para investimentos sustentáveis no mercado imobiliário podem ter uma aplicação mais ampla para os mercados emergentes da Ásia.

Kok e Jennen (2012) utilizam uma amostra de 1100 transações de aluguel no período de 2005 a 2010 de propriedades de menor eficiência energética (etiquetas energéticas D ou inferiores) na Holanda para averiguar o impacto das etiquetas no valor final do aluguel. A etiqueta utilizada na análise é o *Energy Performance Certificate* (EPC) implementada a partir da *Energy Performance and Buildings Directive* (EPBD) em toda a União Europeia. A base de dados foi obtida a partir das maiores agências imobiliárias da Holanda: CBRE, DTZ Zadelhoff e Jones Lang LaSalle.

O modelo hedônico utilizado foi:

$$\log R_i = \alpha + \beta_i X_i + \sum_{z=1}^Z \delta_z Z_z + \gamma_i L_i + \rho G_i + \varepsilon_i \text{ (eq. 20)}$$

Onde a variável dependente é o logaritmo natural do preço do aluguel percebido por metro quadrado na construção i (a transformação logarítmica facilita uma fácil interpretação dos coeficientes). X_i é um vetor de características de qualidade, como a idade e o tamanho de um edifício. Demonstrou-se que a densidade de localização é um importante determinante das rendas de escritórios comerciais na Holanda (Jennen e Brounen, 2009 em Kok e Jennen, 2012). Para controlar a densidade foi incluída Z_z , uma variável binária que é única para cada CEP de quatro dígitos. Estes efeitos fixos do CEP controlam com muita precisão para determinantes de localização específica de aluguéis de escritório, incluindo (mas não se limitando a) densidade. Além disso, há também L_i , um vetor de características locais, como a distância das estações ferroviárias. G_i é uma variável binária com um valor de 1 se um edifício de escritórios tem um certificado D ou inferior (ou seja, um edifício “nao-verde”; ineficiente) de desempenho energético, e zero caso contrário.

Como resultado, os pesquisadores descobriram que, na média, os edifícios comerciais que possuem menor eficiência energética obtêm aluguéis 6,5% menores que os edifícios similares que possuem etiquetas “verdes”.

Chegut, Eichholtz e Kok (2013) investigam as implicações econômicas da certificação ambiental para edifícios de escritórios comerciais em Londres no período entre 2000 a 2009 através de um modelo hedônico baseado em transações ex post (Rosen (1974)). Usando o exemplo de edifícios de escritórios com classificação BREEAM e um controle para a amostra de edifícios de escritórios convencionais para estimar uma equação semi-log relacionando os aluguéis de escritórios por metro quadrado líquido (ou o preço de venda por metro quadrado líquido) às características hedônicas dos edifícios.

$$\log P_i = \alpha + \beta X_i + \delta g_i + \varepsilon_i \text{ (eq. 21)}$$

Onde, a variável dependente é o logaritmo do preço de aluguel (preço de venda) por metro quadrado líquido P_i em um edifício de escritórios comerciais i ; X_i é um vetor de características hedônicas (por exemplo, idade, andares, o tamanho, a acessibilidade a transportes públicos), características do contrato de aluguel (duração da locação e períodos livres de aluguel, por exemplo,), os sinais de mercado (dias no mercado), os tipos de investidores e condições macroeconômicas (por exemplo, *dummies* de tempo trimestral) de construção de

i ; e g_i é uma variável dummy, com um valor de 1 se o imóvel i possui a etiqueta BREEAM e zero caso contrário; α , β e δ são coeficientes estimados e ε_i é um termo de erro.

Os resultados indicam a certificação BREEAM no mercado imobiliário comercial de Londres acarreta em um prêmio de 19,7% nos valores de aluguel e um prêmio de 14,7% nos valores de venda relativamente aos imóveis sem certificação ambiental no mesmo bairro. Os autores indicam que os prêmios podem ser devidos a aumentos nos custos de produção e de renovação. Relatam ainda que há poucas evidências sistemáticas dos custos marginais de construção de edifícios com certificação ambiental nos mercados imobiliários comerciais tanto do Reino Unido quanto dos Estados Unidos. Os custos associados com a certificação, consultoria, taxas de projeto, contingências e desenvolvimento são quase que indisponíveis (Fisher e Bradshaw (2011) em Chegut, Eichholtz e Kok (2013)). Com dados de custos de transação insuficientes, as inferências estatísticas são limitadas.

Os autores indicam, entretanto, três aspectos positivos dos imóveis “verdes”: primeiramente os edifícios “verdes” em Londres são projetados para terem baixo consumo energético, emissão de carbono e produção de dejetos. Em segundo lugar, esses prédios tendem a exercer um impacto positivo nos preços dos imóveis ao seu redor, favorecendo, desta forma, todo o bairro. Finalmente, com o aumento no número de edifícios “verdes”, cada dia mais os outros edifícios terão que desenvolver sua eficiência energética devido à competição de mercado e os prêmios dos edifícios “verdes” se tornarão descontos para edifícios sem certificação ambiental. Combinados, esses fatores mitigam os efeitos negativos sobre o meio ambiente causados pelos edifícios.

5. RESULTADOS

A multiplicidade de etiquetas e, conseqüentemente, critérios avaliados, dificulta comparações e análises dos resultados obtidos nesses estudos. Entretanto, os resultados obtidos convergem uma vez que mostram prêmios positivos para os imóveis com certificação. Os valores dos prêmios variam de acordo com alguns fatores. Um dos fatores é o local de aplicação do estudo, enquanto os imóveis comerciais americanos apresentam prêmios no valor de

venda que variam de 16% a 29% e prêmios no valor de aluguel que variam de 3% a 7% nos estudos apresentados, os estudos aplicados em outros países se dividem entre estudos do mercado residencial e do mercado comercial, e também se dividem entre cálculos de valorização do valor de aluguel e de valorização do valor de venda. Uma coisa comum, no entanto, é que todos mostram valorização como resultado da adoção de certificação ambiental, com destaque para os resultados de Londres, com quase 20% de valorização dos aluguéis e quase 15% de valorização dos valores de venda. Há variação no prêmio, como se percebe, de acordo com a modalidade avaliada (os prêmios sobre o valor de venda do imóvel tendem a ser superiores aos prêmios de aluguel). Outra fonte de variação no prêmio é a etiqueta utilizada (a etiqueta LEED recebe um prêmio maior que a etiqueta Energy Star devido, segundo os autores, à maior amplitude de critérios ambientais avaliados para sua concessão).

6. CONCLUSÃO

As dificuldades metodológicas e de dados ao tentar medir a diferença de preço entre um produto certificado e um não certificado ficam evidentes em Fuerst e McAllister (2009). Identificar pontos de referência adequados como base de comparação e também obter informações suficientes de preços de mercado para medir os diferenciais de preços entre os imóveis certificados e não-certificados são problemas que acometem esse tipo de estudo.

Há também as questões da heterogeneidade dos requisitos de construção e projeto de obtenção da certificação e da baixa transparência do mercado, que, por sua vez, pode reduzir a quantidade e qualidade de informações disponíveis de preço.

Como os mercados são dinâmicos, também espera-se que os níveis de diferença de preço tendam a mudar ao longo do tempo. Diferentemente de um quadro de equilíbrio estático, no qual o diferencial de preço em um determinado ponto no tempo pode ser analisado como o produto de diferentes curvas de demanda e oferta para edifícios certificados e não-certificados, uma vez que as curvas de oferta e demanda tendam a ser dinâmicas (por exemplo, devido as mudanças na penetração no mercado e nos custos de produção) os preços se ajustam. Tem-se que as elasticidades da oferta e da demanda não serão

estáticas para edifícios com e sem certificação, mesmo no curto prazo, alterando assim os diferenciais de preços ao longo do tempo.

A não-homogeneidade dos edifícios certificados e os diferentes níveis de certificação possibilitam que haja variações nos níveis dos potenciais benefícios que podem ser obtidos pelos ocupantes (custos de ocupação reduzidos, imagem e desempenho do negócio) desses edifícios. Pode ainda haver, como visto ao longo desta monografia, variações entre os edifícios nos efeitos da certificação sobre os preços.

Um outro aspecto é que os padrões de certificação tendem a ser dinâmicos normalmente (embora não exclusivamente) quase sempre aumentando o nível de suas exigências. É comumente sugerido que os padrões de rotulagem ecológica voluntária patrocinados pelo governo dão um sinal aos agentes da direção política para futuras normas obrigatórias de mercado. Além disso, quando é emitido um certificado de desempenho ambiental relativo em comparação com os edifícios já existentes, ao longo do tempo esse desempenho pode deteriorar-se em termos relativos com a melhora dos padrões, com as reformas nos edifícios atuais e com o surgimento de novos edifícios.

Como é ressaltado por Eichholtz, Kok e Quigley (2013), essas análises tendem a sofrer com a disponibilidade de dados e com a difusão ainda incipiente das construções “verdes” no mercado. Num cenário ideal, haveria a inclusão de uma série temporal com repetidas observações dos prédios que foram certificados durante o período da amostra. Maiores informações sobre a eficiência energética ou sustentabilidade dos prédios do grupo controle também permitiriam uma melhor dissociação entre os retornos econômicos da certificação “verde” e o que é na verdade a avaliação das características de eficiência energética e sustentabilidade.

A carência de dados dificulta a execução desse tipo de estudo em muitos países, como é o caso do Brasil. Zheng *et al.* (2012), na falta de uma etiqueta ambiental formal para estudar esse tipo de mercado na China, criaram um índice para medir o quão “verdes” são os imóveis negociados em Beijing utilizando-se de pesquisas no Google.

Apesar de todos os problemas e dificuldades do método de precificação hedônica, estudos que se utilizam do mesmo para avaliar o impacto das etiquetas “verdes” nos preços dos mercados imobiliários comercial e residencial têm

crescido nos últimos anos e os resultados têm se mostrado positivos. Uma análise mais detalhada nos estudos a respeito dos custos envolvidos no processo de certificação das diferentes etiquetas seria de grande valia, para que se pudesse avaliar o benefício líquido da adoção dessas etiquetas.

Como mostram Eichholtz, Kok e Quigley (2013), os resultados de uma pesquisa como essa embasam futuras considerações sobre políticas de conservação de energia e para medidas de redução do aquecimento global e mudança climática. Já Fuerst e McAllister (2011a) ressaltam que o fornecimento de informação independente aos investidores e ocupantes sobre o desempenho energético e ambiental dos imóveis, contribui para um aumento na disposição a pagar por imóveis com melhor desempenho ambiental e energético.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKERLOF, George A. The market for "lemons": Quality uncertainty and the market mechanism. **The quarterly journal of economics**, p. 488-500, 1970.

APERGIS, Nicholas; PAYNE, James E. Renewable and non-renewable energy consumption-growth nexus: Evidence from a panel error correction model. **Energy Economics**, v. 34, n. 3, p. 733-738, 2012.

ASAFU-ADJAYE, John. The relationship between energy consumption, energy prices and economic growth: time series evidence from Asian developing countries. **Energy economics**, v. 22, n. 6, p. 615-625, 2000.

BERNDT, Ernst R.; UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA. DEPT. OF ECONOMICS; UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA. PROGRAMME IN NATURAL RESOURCE ECONOMICS. **Energy price increases and the productivity slowdown in United States manufacturing**. University of British Columbia, Department of Economics, 1980.

BROUNEN, D ; KOK, N. **On the economics of energy labels in the housing market**. *Journal Of Environmental Economics And Management*, Vol.62(2), pp.166-179, 2011.

BROWN, Marilyn A.; SOUTHWORTH, Frank. Mitigating climate change through green buildings and smart growth. 2006.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. **Report of the World Commission on environment and development: "our common future"**. United Nations, 1987.

CHEGUT, Andrea; EICHHOLTZ, Piet; KOK, Nils. Supply, demand and the value of green buildings. **Urban Studies**, p. 0042098013484526, 2013.

CLEVELAND, Cutler J. *et al.* **Energy and the US Economy: A Biophysical Perspective.** Science Vol. 225 no. 4665 pp. 890-897, 1984.

DENG, Y.H. ; LI, Z.L. ; QUIGLEY, J.M. **Economic returns to energy-efficient investments in the housing market: Evidence from Singapore.** *Regional Science And Urban Economics*, Vol.**42(3)**, pp.506-515, 2012.

EICHHOLTZ, P. ; KOK, N. ; QUIGLEY, J.M. **Doing Well by Doing Good? Green Office Buildings.** *American Economic Review*, Vol.**100(5)**, pp.2492-2509, 2010.

EICHHOLTZ, P.; KOK, N.; QUIGLEY, J. M. **The economics of green building.** *Review of Economics and Statistics*, v. **95**, n. 1, p. 50-63, 2013.

ENERGY STAR. Green Buildings and ENERGY STAR: Leading organizations use ENERGY STAR. Disponível em: <<http://www.energystar.gov/buildings/about-us/how-can-we-help-you/energy-star-action/green-buildings-and-energy-star>> Acesso em 21/11/2014.

FUERST, F. ; MCALLISTER, P. **Eco-labeling in commercial office markets: Do LEED and Energy Star offices obtain multiple premiums?** *Ecological Economics*, Vol.**70(6)**, pp.1220-1230, 2011a.

FUERST, F. ; MCALLISTER, P. **Green Noise or Green Value? Measuring the Effects of Environmental Certification on Office Values.** *Real Estate Economics*, Vol.**39(1)**, pp.45-69, 2011b.

FUERST, Franz; MCALLISTER, Patrick. **New evidence on the green building rent and price premium.** 2009.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **FAQs: Energy Efficiency.** ©2014. Disponível em: <<http://www.iea.org/aboutus/faqs/energyefficiency/>> Acesso em 21/11/2014.

KOK, Nils; JENNEN, Maarten. The impact of energy labels and accessibility on office rents. **Energy Policy**, v. 46, p. 489-497, 2012.

KOK, N. ; MCGRAW, M. ; QUIGLEY, J.M. **The Diffusion of Energy Efficiency in Building**. *American Economic Review*, Vol.101(3), pp.77-82, 2011.

NEWSHAM, Guy R.; MANCINI, Sandra; BIRT, Benjamin J. Do LEED-certified buildings save energy? Yes, but.... **Energy and Buildings**, v. 41, n. 8, p. 897-905, 2009.

ONAT, Nevzat; BAYAR, Haydar. The sustainability indicators of power production systems. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, n. 9, p. 3108-3115, 2010.

PÉREZ-LOMBARD, Luis; ORTIZ, José; POUT, Christine. A review on buildings energy consumption information. **Energy and buildings**, v. 40, n. 3, p. 394-398, 2008.

ROSEN, Sherwin. Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. **The journal of political economy**, p. 34-55, 1974.

SAKURAI, S. N. *et al.* **PREÇOS HEDÔNICOS: TEORIA E APLICAÇÃO NO SETOR IMOBILIÁRIO NA CIDADE DE SÃO PAULO (1995-2004)**. *Jovens Pesquisadores*, v. 4, n. 2, 2010.

SILVA, Vanessa Gomes da; SILVA, Maristela Gomes da; AGOPYAN, VAHAN. Avaliação do desempenho ambiental de edifícios: estágio atual e perspectivas para desenvolvimento no Brasil. **Artigo extraído do site da disciplina Sustentabilidade no Ambiente Construído: <http://pcc5100.pcc.usp.br>. São Paulo**, v. 10, 2001.

SOYTAS, Ugur; SARI, Ramazan. Energy consumption and GDP: causality relationship in G-7 countries and emerging markets. **Energy economics**, v. 25, n. 1, p. 33-37, 2003.

STERN, David I. Energy and economic growth in the USA: a multivariate approach. **Energy Economics**, v. 15, n. 2, p. 137-150, 1993.

VARIAN, Hal R. **Microeconomia-princípios básicos**. Elsevier Brasil, 2006.

WILEY, J.A. ; BENEFIELD, J.D. ; JOHNSON, K.H. **Green Design and the Market for Commercial Office Space**. *Journal Of Real Estate Finance And Economics*, Vol.41(2), pp.228-243, 2010.

WORLD ENERGY COUNCIL. *2014 World Energy Issues Monitor*. Disponível em: <<http://www.worldenergy.org/publications/2014/world-energy-issues-monitor-2014/>> Acesso em 21/11/2014.

ZHENG, Siqi *et al.* The nascent market for “green” real estate in Beijing. **European Economic Review**, v. 56, n. 5, p. 974-984, 2012.